

【 22 】

氏 名	池 田 清 美
	い け だ きよ み
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 72 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 39 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 物 理 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Collective Excitation of Unlike Pair States in Heavier Nuclei (重い原子核における異種粒子-孔状態の集団励起)
論 文 調 査 委 員	(主 査) 教 授 小 林 稔 教 授 林 忠四郎 教 授 高 木 修 二

論 文 内 容 の 要 旨

最近, 100MeV 程度のエネルギーをもつ入射陽子による (p, n) 反応の一連の実験が進み, 前方方向の中性子スペクトルに対してかなり鋭い共鳴のピークが発見されている。この共鳴ピークは入射陽子から衝撃される核へほとんど角運動量を与えることなしにおこる共鳴のように見える。このような現象は, さきに Brown と Bolster とによって解明された光核反応における巨大共鳴のピークの現象と似ている。すなわち, 光核反応ではこのピークは核の殻模型における $(p, \bar{p})$ および $(n, \bar{n})$ —陽子と陽子の孔, 中子と中子の孔の対—の多くの重疊として解釈された。著者池田清美らは同様な論法を用いて (p, n) 反応における共鳴ピークおよびそのとき励起される状態の性質をしらべる一連の研究を進めている。

一般に, 中子を陽子でおきかえて生じる同重核の性質は軽い核においては核力の対称性のたゆにいわゆる isobaric state としてよく理解されていたが, 重い核においては, 核電荷のクーロン力のために陽子, 中子の間の対称性が著しく破れ, また安定核においては中性子数 N が陽子数 Z よりかなり多くなるから, isobaric state という概念が用いられなくなると考えられていた。しかし, Lane および Soper は最近エネルギー準位の上の方にある部分に関して, 局部的にこの概念が適用できることを指摘している。著者らはこの考えに従い, 基底状態にある中位あるいは重い核の余分の中性子の 1 個が, 陽子におきかわった状態を isobaric state と考え, 一般に基底状態 ψ_0 に中子を陽子に置換する演算子 τ_- をかけて生じる状態 $\sum_i \tau_{i-} |\psi_0\rangle \equiv T_- \psi_0$ (i はそれぞれの中性を指定し, $\sum_i$ はそれらについて和をとる) が中性子の孔と陽子との対 (以下簡単のため $\bar{n}-p$ と書く) の $J^\pi=0^+$ のものが重疊してつくられていると見て行く。こういう見方に $(\bar{n}-p)$ 間の相互作用を入れると, 単に中子を陽子に置換した状態よりも低い励起エネルギーのところに集中したエネルギー準位がえられ, これが $p-n$ 反応における鋭い共鳴ピークのあらわれる説明となる。すなわち, $(\bar{n}-p)$ 対を含む多くの状態の重疊によって原子核の一種の集団励起の状態が実現されるという考え方である。

主論文においては, さらに $\sum_i \tau_{i-} |\psi_0\rangle$ の状態のみならず, 角運動量の変化を伴わずに核子のスピン反

転のみでおこる $J^\pi=1^+$ をもつ集団励起の有様もとくに取り上げて議論されている。すなわち基底状態にアイソ・スピン演算子 τ とスピン演算子 σ との積からなる演算子 $Y_i = \sum_i \tau_i \cdot \sigma_i$ (i は各中性子, $\sum$ はそれらについて和) を乗じて生じる集団励起状態についても同時に検討し, このような状態が核反応および β 崩壊に演じる役割りを論じている。とくに $Y_i | \psi_0 \rangle$ 状態は β 崩壊において Gamow-Teller 型遷移に重要な役目を演じるものである。

$(\bar{n}-p)$ 対の相互作用マトリックスの取り扱いと同種の核子の対に対して行なわれた方法と同様に展開される。主論文ではこれらの対の間の相互作用 (いわゆる residual interaction) としては到達距離零の力を仮定し, $j-j$ 結合の殻模型にたって計算を進めており, またスピン-軌道力も $j-j$ 結合におけるスピン-軌道分岐の量を用いて考慮に入れられている。

例として, 詳細な計算を Bi^{208} 核の $J^\pi=1^+$ の場合について示し, 一般論としての上述の理論が (P, n) 反応に如何にあらわれるかを詳しく検討している。

参考論文としては著者と藤田, 藤井両氏との共著によるもの 3 編あり, 第一のものは (p, n) 反応の機構を $(\bar{n}-p)$ 対の集団励起として論じた最初のものであり, 主論文の前駆となったものである。第二, 第二の参考論文はこのような励起状態よりの β 崩壊を論じたものである。これらは β 崩壊の ft 値をこのような立場から見なおす興味ある研究であって, β 崩壊の確率が核構造の検討に重要な役割りを果たすことを示す興味ある研究結果である。

論文審査の結果の要旨

原子核の集団励起のありさまを相互に作用し合う同種核子間の対の重畳として理解することは光核反応の理論においてすでに行われていたことであるが, これを $(p-n)$ 反応のような置換反応に拡張し, 異種核子間の核子-核子孔の対をとり上げ, 中位核および重い核にまでいわゆる同重核状態の概念を拡張して詳細な議論を展開したのは著者およびその共同研究者らの仕事が最初であって, これら一連の研究結果は同方面の研究者によって高く評価されている, とくに主論文において, 著者はこのような励起状態を, 原子核には殻模型を用い, $(\bar{n}, p)$ 対を含む状態を多体問題に用いられる手法にしたがって数式的に精密に導出し, いわゆる集団励起の状態として取り扱って厳密な理論を展開している。核子間のいわゆる residual interaction も簡単化した形であるが, 核子間の相互作用に合う形に取り入れ, 精力的な計算を遂行して, このような励起準位がどのように分布されるかを詳しく検討して $(p-n)$ 反応にあらわれる共鳴がこのような状態への励起であることを推論している。

また核子のスピン反転がおこると考えられる。 $J^\pi=1^+$ の (n, p) 対を含む状態への励起も考慮されており, このような励起状態からの β 崩壊の現象の解析も行なっている。

参考論文に示されているように, この方面の研究は著者と藤田, 藤井両氏との協力によって始められたものであり, 共著の論文においてもすでにいくつかの成果がえられ, 学界において注目すべき研究として認められていたものであるが, 著者の主論文はこれらの研究を一層体系づけるとともに, さらにひろい適用範囲について論じ, また具体的な例をあげて詳細に検討したものである。この論文によって著者の深い物理的な洞察力がうかがわれ, それまでの一連の共同研究において大きい役割を果たしていたことが察せら

れる。

以上に述べたように、著者池田清美の主論文は原子核構造論の進歩に大きい貢献をしたものであり、したがって理学博士の学位論文として十分価値があるものと認める。